中药渣对泌乳母猪和及其仔猪血浆生化参数和抗氧化能力的影响

李华伟[1,2]　祝　倩[1]　姬玉娇[1]　吴灵英[2]　印遇龙[1]　孔祥峰[1,3*]

（1.中国科学院亚热带农业生态研究所，亚热带农业生态过程重点实验室，湖南省畜禽健康养殖工程技术研究中心，农业部中南动物营养与饲料科学观测实验站，长沙 410125；2.武汉轻工大学，动物科学与营养工程学院，武汉 430023；3.湖南省植物功能成分利用协同创新中心，长沙 410128）

摘　要：本试验旨在比较研究中药渣和发酵中药渣对泌乳母猪和仔猪血浆生化参数和抗氧化能力的影响，为其在母猪饲粮配方中的应用提供依据。试验选用 2~4 胎次、预产期相近的二元母猪 60 头，随机分为 3 组，每组 20 头。3 组在基础饲粮中分别添加 2 kg/t 米糠（对照组）、2 kg/t 中药渣制剂（中药渣组）和 2 kg/t 发酵中药渣制剂（发酵中药渣组）。从产前 21 d 开始饲喂，到产后 28 d 结束。分别于母猪产后 1、7、14 和 21 d，每组随机选取 6 头母猪，耳缘静脉采血；于仔猪 7、14 和 21 日龄，每组随机选取 6 头仔猪，前腔静脉采血。所采血样分离血浆，测定生化参数和抗氧化指标。结果表明：与对照组相比，中药渣组母猪产后 7 d 的血浆总蛋白（TP）和球蛋白（GLB）含量以及 14 d 的血浆 GLB 含量均显著降低（$P<0.05$），产后 1 d 的血浆碱性磷酸酶（ALP）、过氧化氢酶（CAT）活性和总抗氧化能力（T-AOC），7 d 的血浆丙氨酸氨基转移酶（ALT）和 ALP 活性，14 d 的血浆 ALT 和 ALP 活性，21 d 的血浆 ALT 活性均显著升高（$P<0.05$）；发酵中药渣组母猪产后 1 d 的血浆天门冬氨酸氨基转移酶（AST）、CAT 活性和 T-AOC，14 d 的血浆 AST 和 ALP 活性均显著升高（$P<0.05$）；中药渣组 14 日龄仔猪的血浆 ALP 活性和丙二醛（MDA）含量均显著降低（$P<0.05$），14 日龄的血浆 T-AOC 显著升高（$P<0.05$）；发酵中药渣组 7 日龄仔猪的血浆 ALP 活性和 T-AOC 均显著升高（$P<0.05$），14 日龄仔猪的血浆 MDA 含量显著降低（$P<0.05$）。上述结果表明，母猪饲粮中添加中药渣或发酵中药渣可影响泌乳母猪及其仔猪的机体代谢，增强机体抗氧化能力。

关键词：中药渣；发酵；妊娠母猪；仔猪；生化参数；抗氧化能力

中图分类号：S816.7；S828

收稿日期：2016–12–01

基金项目：湖南省战略性新兴产业科技攻关项目（2014GK1007）；中央驻湘科研机构技术创新发展专项（2013TF3006）；中国工程院咨询研究项目（2015-XY-41）

作者简介：李华伟（1989–），男，河南周口人，硕士研究生，从事猪营养生理研究。E-mail: zhenlihuawei@126.com

*通信作者：孔祥峰，研究员，博士生导师，E-mail: nnkxf@isa.ac.cn

随着我国中药加工产业的迅速发展，全国每年产生中药渣（含植物提取废渣）3 000～5 000 万 t[1]。若对其处置不当，长期堆放易腐败发臭，不仅造成资源浪费，还会污染环境。由于受提取手段和提取效率的制约，中药渣中残留多种生物活性成分和营养物质。例如，半夏厚朴汤药渣中残留有 49.8%的挥发油[2]，黄芪药渣中残留有 72.1%的黄芪苷[3]。另外，中药渣中还含有蛋白质、纤维素、还原糖和无机盐等营养成分[4]。利用现代发酵工艺对中药渣进行发酵处理，不仅可以降低中药渣中纤维素的含量，还能产生低聚糖等功能性次生代谢产物，使其具有特殊的生物学功能[5]。近年来的研究表明，中草药制剂可促进畜禽机体的生长发育、增强免疫力和提高抗氧化能力。例如，发酵五味子药渣能够提高仔猪的免疫功能[6]；由熟地、山楂、陈皮、麦芽和甘草等组成的中药渣发酵产物可增加断奶仔猪空肠吸收面积和养分消化率、调节血脂浓度、提高机体抗氧化能力，从而提高其生长性能[7-8]；由黄芪、当归、益母草和金银花等组成的发酵中药渣可提高母猪的产仔数、产活仔数和哺乳仔猪平均日增重[9]。不过，虽然对中草药在养殖生产中的应用研究较多[10]，但将发酵中药渣用于母猪饲粮中的研究并不多见。笔者前期研究发现，饲粮中添加由黄芪、当归、熟地黄和白芍等组成的中药渣发酵产物虽然不影响母猪产仔数[对照组为(9.74±0.52)个，中药渣组为(10.17±0.55)个，发酵中药渣组为（9.55±0.61）个]和仔猪初生窝重[对照组为（15.36±0.80） kg，中药渣组为（15.43±0.85） kg，发酵中药渣组为（16.87±0.94） kg]，但可显著提高仔猪断奶时的窝增重[对照组为（39.90±1.62） kg，中药渣组为（42.88±2.36） kg，发酵中药渣组为（45.84±2.59） kg][11]。因此，本试验进一步研究了中药渣和发酵中药渣对泌乳母猪及其仔猪血浆生化参数和抗氧化能力的影响，为其在母猪饲粮配方中的应用提供依据。

1　材料与方法

1.1　中药渣制备与成分

试验所用的中药渣由湖南圣雅凯生物科技有限公司提供。取水提后的中药渣，121 ℃、30 min 灭菌后，按黄芪∶当归∶熟地黄∶白芍为 4∶2∶2∶2 配比（以风干物质计），药渣含水量控制在 40%～60%。按 0.4%的比例接种复合菌种（含枯草芽孢杆菌、酵母菌、乳酸菌和丁酸梭菌等，活菌量≥2×10^{10} CFU/g），置于 25 ℃以上条件下发酵 1 周，每天翻动 1～2 次，发酵后减压真空干燥，粉碎至平均粒径为 0.38 mm，颜色为棕褐色。经测定，中药渣制剂含 17.12 MJ/kg 总能、95.82%干物质（DM）、11.57%粗蛋白质（CP）、7.71%粗纤维（CF）和 5.6%粗脂肪（EE），发酵中药渣制剂含 16.42 MJ/kg 总能、96.81%DM、16.91%CP、5.67%CF 和 3.96%EE。

1.2　试验动物、分组与饲养管理

动物饲养试验于2015年9月至11月在位于湖南新五丰股份有限公司永安分公司的中国科学院亚热带农业生态研究所动物试验基地进行。试验选用2～4胎次、预产期相近的妊娠85 d的二元母猪60头，随机分为3组，每组20头，单栏饲养。3组在基础饲粮中分别添加2 kg/t米糠（米糠含15.12 MJ/kg总能、94.24%DM、2.37%CP、41.01%CF和6.6%EE；对照组）、2 kg/t中药渣制剂（中药渣组）和2 kg/t发酵中药渣制剂（发酵中药渣组）。基础饲粮参照NRC（2012）推荐的妊娠母猪和泌乳母猪营养需要量配制，其组成及营养水平见表1。中药渣和发酵中药渣制剂的添加量根据生产厂家的预试验结果确定。从产前21 d开始饲喂，到产后21 d结束。试验期间按猪场日常管理程序，给试验猪喂料、饮水和免疫。

表1　基础饲粮组成及营养水平（风干基础）

Table 1　Composition and nutrient levels of basal diets (air-dry basis)　　%

项目 Items	妊娠母猪饲粮 Pregnant sows’ diet	泌乳母猪饲粮 Lactating sows’ diet
原料 Ingredients		
玉米 Corn	60.30	58.65
麦麸 Wheat bran	23.50	5.00
小麦粉 Wheat flour		2.00
豆油 Soybean oil		4.00
豆粕 Soybean meal	12.00	20.50
酶解蛋白粉 Enzymic protein powder		3.00
进口鱼粉 Imported fish meal		2.50
赖氨酸 Lys	0.12	0.15
苏氨酸 Thr	0.03	0.05
缬氨酸 Val		0.10
防霉剂 Antimildew agent	0.05	0.05
妊娠母猪预混料 Pregnant sows’ premix1)	4.00	
泌乳母猪预混料 Lactating sows’ premix2)		4.00
合计 Total	100.00	100.00
营养水平 Nutrient levles3)		
消化能 DE/（MJ/kg）	15.23	15.56

干物质 DM	98.00	97.74
粗脂肪 EE	5.16	6.02
粗纤维 CF	3.60	3.54
粗蛋白质 CP	14.17	19.78
粗灰分 Ash	5.61	5.95
赖氨酸 Lys	0.98	1.53
蛋氨酸 Met	0.12	0.16
苏氨酸 Thr	0.68	0.99

1)为每千克饲粮提供 Provided the following per kilogram of the diet：VA 10 000 IU,VD 2 500 IU,VE 100 IU,VK 2 mg,VB_2 10 mg,VB_6 1 mg,VB_{12} 50 μg,氯化胆碱 choline chloride 1 500 mg,Fe 80 mg,Cu 20 mg,Zn 100 mg,Mn 45 mg,I 0.7 mg,Se 0.25 mg。

2)为每千克饲粮提供 Provided the following per kilogram of the diet：VA 15 000 IU,VD 3 200 IU,VE 50 IU,VK 4 mg,VB_1 4 mg,VB_2 10 mg,VB_6 3 mg,VB_{12} 20 μg,氯化胆碱 choline chloride 800 mg,Fe 120 mg,Cu 20 mg,Zn 112 mg,Mn 24 mg,I 0.5 mg,Se 0.4 mg。

3)消化能为计算值，其余为实测值。DE is a calculated value, while the others were measured values.

1.3 样品采集与分析

分别于母猪产后 1、7、14 和 21 d，每组随机选取 6 头母猪，耳缘静脉采血；于仔猪的 7、14 和 21 日龄，每组随机选取 6 头仔猪，前腔静脉采血，肝素抗凝，4 000 r/min 离心 15 min，取上清液于－20 ℃保存。

采用 CX4 型全自动血液生化分析仪（Beckman 公司）测定血浆中总蛋白（TP）、球蛋白（GLB）含量以及天门冬氨酸氨基转移酶（AST）、丙氨酸氨基转移酶（ALT）和碱性磷酸酶（ALP）的活性，生化试剂盒购自北京利德曼生化技术有限公司；采用南京建成生物工程研究所生产的试剂盒，检测血浆中过氧化氢酶（CAT）活性和总抗氧化能力（T-AOC）以及丙二醛（MDA）的含量。

1.4 数据统计与分析

试验数据以“平均值±标准误”表示，用 SPSS 17.0 软件进行单因素方差分析，并用 Duncan 氏法对各组数据平均值进行多重比较。P＜0.05 表示差异显著，0.05≤P<0.10 表示有变化趋势。

2　结果与分析

2.1　中药渣和发酵中药渣对泌乳母猪血浆生化参数的影响

由表 2 可知，与对照组相比，中药渣组产后 7 d 的 TP 和 GLB 含量以及产后 14 d 的 GLB 含量均显著降低（P<0.05），产后 7、14 和 21 d 的 ALT 活性及产后 1、7 和 14 d 的 ALP 活性显著提高（P<0.05）；发酵中药渣组产后 1 和 14 d 的 AST 活性、产后 14 d 的 ALP 活性显著提高（P<0.05），产后 1 d 的 ALP 活性呈升高趋势（P=0.09）；与中药渣组相比，发酵中药渣组产后 7 d 的 TP 和 GLB 含量、产后 1 和 14 d 的 AST 活性均显著提高（P<0.05），产后 7 和 14 d 的 ALT 活性以及产后 7 d 的 ALP 活性均显著降低（P<0.05）。

表 2　中药渣和发酵中药渣对泌乳母猪血浆生化参数的影响

Table 2　Effects of herb residues (HR) and fermented HR on plasma biochemical parameters of lactating sows (n=6)

项目 Items	产后时间 Postpartum period/d	对照组 Control group	中药渣组 HR group	发酵中药渣组 Fermented HR group
总蛋白	1	60.72±1.80	62.02±1.00	62.88±1.34
TP/(g/L)	7	70.95±1.02^{a}	66.62±0.89^{b}	70.60±1.63^{a}
	14	69.40±1.54	67.38±1.14	69.12±1.03
	21	69.07±2.34	67.00±1.85	70.20±1.00
球蛋白	1	24.26±0.81	22.48±0.70	23.28±0.98
GLB/(g/L)	7	30.63±0.66^{a}	27.53±1.15^{b}	31.39±1.01^{a}
	14	37.85±1.03^{a}	34.02±1.24^{b}	36.98±1.35^{ab}
	21	32.83±2.16	33.47±1.89	36.32±0.66
天门冬氨酸氨	1	29.04±3.53^{b}	30.88±3.23^{b}	44.25±4.09^{a}
基转移酶	7	24.67±2.51	27.12±1.53	21.13±2.28
AST/(U/L)	14	20.88±2.16^{b}	27.68±4.48^{b}	43.08±6.33^{a}
	21	23.3±2.36	24.63±1.67	23.45±2.55
丙氨酸氨基转	1	35.66±1.63	39.42±2.04	37.38±4.42
移酶	7	34.92±0.81^{b}	44.28±1.73^{a}	36.46±1.83^{b}
ALT/(U/L)	14	25.10±1.15^{b}	31.65±0.91^{a}	26.76±0.83^{b}
	21	24.50±1.97^{b}	33.18±1.97^{a}	31.30±3.94^{ab}

碱性磷酸酶	1	36.66±3.31[b]	52.35±3.15[a]	45.38±3.46[ab]
ALP/(U/L)	7	23.37±1.41[b]	38.30±3.23[a]	26.81±2.55[b]
	14	25.88±2.69[b]	51.92±3.28[a]	48.28±4.41[a]
	21	29.87±2.61	38.83±3.81	35.14±4.59

同行数据肩标不同字母表示差异显著（P<0.05）。下表同。

Values in the same row with different letter superscripts mean significantly different (P<0.05). The same as below.

2.2 中药渣和发酵中药渣对泌乳母猪血浆抗氧化指标的影响

由表 3 可知，与对照组相比，中药渣组和发酵中药渣组产后 1 d 的 CAT 活性和 T-AOC 显著升高（P<0.05）；发酵中药渣组与中药渣组相比，各项指标差异均不显著（P>0.05）。

表 3 中药渣和发酵中药渣对泌乳母猪血浆抗氧化指标的影响

Table 3 Effects of HR and fermented HR on plasma antioxidant indices of lactating sows (n=6)

项目 Items	产后时间 Postpartum period/d	对照组 Control group	中药渣组 HR group	发酵中药渣组 Fermented HR group
过氧化氢酶	1	4.35±0.37[b]	13.87±2.59[a]	15.01±6.03[a]
CAT/(U/mL)	7	7.49±1.43	12.11±2.82	10.41±2.04
	14	10.67±1.93	13.73±5.61	15.81±3.85
	21	7.99±2.39	11.64±2.11	7.75±3.73
丙二醛	1	1.89±0.15	1.94±0.10	1.80±0.19
MDA/(nmol/mL)	7	1.96±0.18	1.90±0.33	1.88±0.23
	14	1.86±0.08	1.40±0.17	1.59±0.44
	21	3.21±0.54	2.21±0.20	2.36±0.05
总抗氧化能力	1	60.04±2.84[b]	80.41±5.49[a]	83.99±6.13[a]
T-AOC/(U/mL)	7	52.55±2.31	56.20±2.27	58.67±3.48
	14	42.36±4.02	47.32±8.91	52.20±6.11
	21	37.47±3.00	38.08±1.90	40.47±2.41

2.3 中药渣和发酵中药渣对仔猪血浆生化参数的影响

由表 4 可知，与对照组相比，中药渣组 14 日龄仔猪的 ALP 活性显著降低（P<0.05），发酵中药渣组 7 日龄仔猪的 AST 活性呈升高趋势（P=0.081）、ALP 活性显著提高（P<0.05），

而 14 日龄的 ALP 活性呈降低趋势（*P*=0.077）；与中药渣组相比，发酵中药渣组 7 日龄仔猪的 ALP 活性显著提高（*P*<0.05），14 日龄仔猪的 ALP 活性（*P*=0.067）和 21 日龄仔猪的 GLB 含量（*P*=0.063）呈升高趋势。

表 4　中药渣和发酵中药渣对仔猪血浆生化参数的影响

Table 4　Effects of HR and fermented HR on plasma biochemical parameters of piglets (*n*=6)

项目 Items	日龄 Days of age	对照组 Control group	中药渣组 HR group	发酵中药渣组 Fermented HR group
总蛋白 TP/(g/L)	7	46.77±1.60	47.77±3.26	49.79±1.61
	14	48.92±2.02	48.58±1.74	50.88±1.16
	21	49.68±2.06	48.18±2.07	51.49±1.06
球蛋白 GLB/(g/L)	7	27.98±1.68	26.17±3.73	25.36±1.54
	14	15.75±1.38	16.02±1.90	17.35±0.68
	21	13.63±0.87	10.83±2.18	14.57±0.63
天门冬氨酸氨基转移酶	7	35.87±2.88	38.23±3.92	46.84±4.69
AST/(U/L)	14	55.52±5.81	49.30±3.54	60.88±6.35
	21	58.40±5.98	54.80±6.68	52.10±3.30
丙氨酸氨基转移酶	7	42.20±1.29	37.10±4.01	38.94±1.90
ALT/(U/L)	14	37.12±2.71	35.15±1.86	38.35±2.12
	21	44.83±3.62	43.35±2.66	41.64±2.81
碱性磷酸酶	7	1 763.90±123.88^{b}	1 597.32±284.09^{b}	2 273.37±100.04^{a}
ALP/(U/L)	14	1 083.10±55.29^{a}	781.98±27.33^{b}	935.63±66.00^{ab}
	21	881.47±86.39	858.75±96.89	864.93±99.37

2.4　中药渣和发酵中药渣对仔猪血浆抗氧化指标影响

由表 5 可知，与对照组相比，中药渣组 14 日龄仔猪的 MDA 含量显著降低（*P*<0.05）、T-AOC 显著提高（*P*<0.05），发酵中药渣组 14 日龄仔猪的 MDA 含量显著降低（*P*<0.05）、7 日龄的 T-AOC 显著提高（*P*<0.05）；与中药渣组相比，发酵中药渣组 14 日龄仔猪的 CAT 活性呈升高趋势（*P*=0.086）、T-AOC 显著降低（*P*<0.05）。

表 5　中药渣和发酵中药渣对仔猪血浆抗氧化指标的影响

Table 5　Effects of HR and fermented HR on plasma antioxidant indices of piglets (*n*=6)

项目 Items	日龄 Days of age	对照组 Control group	中药渣组 HR group	发酵中药渣组 Fermented HR group
过氧化氢酶 CAT/(U/mL)	7	26.84±3.68	26.16±2.29	26.72±2.60
	14	45.57±7.32	37.44±2.37	50.40±3.94
	21	39.98±4.45	41.03±3.72	52.64±7.72
丙二醛 MDA/(nmol/mL)	7	3.73±0.42	3.47±0.38	3.04±0.26
	14	3.52±0.37[a]	2.02±0.17[b]	2.48±0.32[b]
	21	2.18±0.22	1.91±0.18	1.94±0.35
总抗氧化力 T-AOC/(U/mL)	7	78.51±3.29[b]	83.69±1.73[ab]	86.86±1.77[a]
	14	82.12±2.10[b]	90.91±1.36[a]	85.12±1.64[b]
	21	89.03±2.48	87.93±2.23	88.84±2.74

3 讨 论

血浆中 TP 的含量反映了饲粮中 CP 含量以及机体对 CP 的消化利用率，血浆 TP 含量增加，体内蛋白质沉积相应增多，动物机体的生长发育加快[12]；GLB 由 B 淋巴细胞转化为浆细胞后分泌而成，可以反映机体抵抗力的强弱。在泌乳期间，母猪对饲粮营养物质的需求增加，同时会动用较多的机体储备的营养物质来维持泌乳[13]。本研究中，饲粮添加中药渣后母猪在产后 7 和 14 d 血浆中 TP 和 GLB 含量降低，可能是由于中药渣的添加降低了母猪饲粮的 CP 水平，产后母猪采食量恢复较慢，饲粮不能很好满足机体需要造成的；另外，发酵中药渣中含有大量有益菌、菌体蛋白及其代谢产物[14]，更有利于泌乳母猪对营养物质的消化吸收，因此添加发酵中药渣后母猪血浆中的 TP 和 GLB 含量与对照组相比无显著变化。AST 和 ALT 是动物体内重要的转氨酶，在氨基酸代谢以及蛋白质、脂肪和糖的代谢转化过程中发挥着重要作用[15]。本研究结果表明，母猪饲粮中添加中药渣或发酵中药渣后，在一些阶段母猪和仔猪血浆中 AST 和 ALT 活性出现了一定程度的升高，提示饲粮添加中药渣和发酵中药渣对机体氮代谢具有一定的促进作用，这有利于增加仔猪的断奶窝重，提高仔猪生长性能[11]。

ALP 是一种广泛分布于机体各组织器官中的单脂磷酸水解酶，与脂肪、糖类和蛋白质的吸收、运输、合成等过程密切相关，其活性的高低可反映动物的生产性能[16]。李瑞等[17]报道，ALP 活性与猪的日增重呈显著正相关；燕富永等[18]报道，饲粮中添加刺五加提取物可提高血清 ALP 活性，促进营养物质的消化吸收，提高生产性能。这均与 ALP 在肠黏膜屏障

的维护中发挥的重要作用有关[19]。本研究发现，发酵中药渣组仔猪较中药渣组仔猪血浆中ALP 活性有所提高，这有利于仔猪的生长发育，因为 ALP 能促进饲粮中锌和脂肪的消化吸收、促进钙和磷的沉积[18]。

氧化应激是自由基在体内产生过多，体内细胞自身无法及时清除，并产生大量氧化中间产物，进而导致动物机体的损伤[20]。CAT 是动物体内重要的抗氧化酶，能快速消除过氧化氢（H_2O_2），与谷胱甘肽过氧化物酶（GSH-Px）共同保护巯基酶和膜蛋白[21]，而 T-AOC 是衡量机体抗氧化能力的综合指标[22]。MDA 是脂质过氧化的终产物，其含量能直接反映细胞膜被氧化的程度[22]。围产期母猪的生理状态和营养代谢均会发生急剧变化，机体消耗大量的氧气和能量产生大量自由基，使机体遭受氧化应激的风险增加[23]。大量研究证实，过量的氧自由基会攻击卵母细胞、延迟胚胎着床、抑制胚胎发育等，从而降低母猪产仔数，降低仔猪存活率，还会导致哺乳仔猪的生长速度和存活率下降[24]。本研究结果表明，饲粮添加中药渣或发酵中药渣可提高母猪和仔猪血浆中的 T-AOC，降低 MDA 含量，从而提高机体的抗氧化能力，有利于机体健康和后代的生长发育。这可能是由于中药渣中的黄酮成分具有提高组织 GSH-Px 活性、降低 MDA 含量、增强机体抗氧化能力等作用[25]；另外，熟地黄多糖可提高血清中的 CAT 和 GSH-Px 活性，降低 MDA 含量[26]。

4 结 论

母猪饲粮中添加中药渣或发酵中药渣，对泌乳母猪和仔猪机体代谢具有一定的调控作用，并可增强机体的抗氧化能力。

参考文献：

[1] 郭义东,何兴,冯兴,等.中药渣综合利用研究进展[J].成都大学学报:自然科学版,2015,34(2):125–128.

[2] 冷桂华.黄芩及其提取药渣黄芩苷含量的比较[J].安徽农业科学,2007,35(10):2928,2935.

[3] 黄亚非,刘杰,黄际薇,等.HPLC 测定黄芪药渣中黄芪甲苷含量[J].中山大学学报:自然科学版,2009,48(2):146–148.

[4] 汤文杰,孔祥峰,杨峰,等.16 种中草药的营养价值[J].天然产物研究与开发,2010,22(5):867–872.

[5] 刘凤梅,谭显东,羊依金,等.三七渣固态发酵生产蛋白饲料[J].中国酿造,2011(2):67–70.

[6] 贺晓玉,罗杰,李英伦.发酵五味子药渣对断奶仔猪小肠黏膜的形态及免疫的影响[J].湖南农业大学学报:自然科学版,2014,40(2):196–201.

[7] 苏家宜,李华伟,黎智华,等.发酵中药渣对断奶仔猪生长性能和肠黏膜形态结构的影响[J].

天然产物研究与开发,2016,28(9):1454–1459.

[8] 苏家宜,姬玉娇,张婷,等.发酵中药渣对断奶仔猪血浆生化参数和抗氧化指标的影响[J/OL].天然产物研究与开发,(2016-09-12).http://www.cnki.net/kcms/detail/51.1335.Q.20160912.1646.006.html.

[9] 李华伟,王宗俊,祝倩,等.饲粮添加发酵中药渣对母猪繁殖性能与子代生长性能的影响[J].天然产物研究与开发,2016,28(10):1534–1539.

[10] KONG X F,WU G Y,YIN Y L.Roles of phytochemicals in amino acid nutrition[J].Frontiers in Bioscience:Scholar Edition,2011,3:372–384.

[11] 李华伟,黎智华,祝倩,等.饲粮添加中药渣和发酵中药渣对母猪繁殖性能与子代发育的影响[J].动物营养学报,2017,29(1):257–263.

[12] LIU T Y,SU B C,WANG J L,et al.Effects of probiotics on growth,pork quality and serum metabolites in growing-finishing pigs[J].Journal of Northeast Agricultural University,2013,20(4):57–63.

[13] 王建芳,徐春,徐萌萌,等.利用香菇发酵中药废渣提高利用价值的研究[J].四川大学学报:自然科学版,2007,44(2):451–454.

[14] 刘柱,杨志远,李晓玉,等.分娩与断奶背膘厚度对猪繁殖性能的影响研究[J].中国畜牧兽医,2014,41(6):187–190.

[15] LIU Y Y,KONG X F,JIANG G L,et al.Effects of dietary protein/energy ratio on growth performance,carcass trait,meat quality,and plasma metabolites in pigs of different genotypes[J].Journal of Animal Science and Biotechnology,2015,6(1):36.

[16] 祝倩,姬玉娇,李华伟,等.高、低营养水平饲粮对妊娠环江香猪繁殖性能、体成分和血浆生化参数的影响[J].动物营养学报,2016,28(5):1534–1540.

[17] 李瑞,侯改凤,黄其永,等.德氏乳杆菌对哺乳仔猪生长性能、血清生化指标、免疫和抗氧化功能的影响[J].动物营养学报,2013,25(12):2943–2950.

[18] 燕富永,印遇龙,孔祥峰,等.刺五加提取物抗仔猪断奶应激的效用[J].中国农业科学,2010,43(21):4490–4496.

[19] 毕景成.肠碱性磷酸酶在肠屏障中作用的研究进展[J].肠外与肠内营养,2015,22(4):244–247.

[20] 黄权,苏琳.动物体内氧化应激与抗氧化剂应用研究进展[J].中国兽药杂志,2013,47(5):66–69.

[21] 朱若岑,蒋维维,谭柱良,等.动物体内活性氧、氧化应激与细胞凋亡以及抗氧化剂研究进展[J].中兽医医药杂志,2015(3):21–25.

[22] 苏斌朝,王连生,王红,等.玉米干酒糟及其可溶物饲粮中添加共轭亚油酸或甜菜碱对肥育猪生长性能、血清生化指标及抗氧化功能的影响[J].动物营养学报,2012,24(9):1737–1744.

[23] 王芳芳,武洪志,刁华杰,等.王不留行黄酮苷和葛根异黄酮对哺乳母猪泌乳性能及血清激素和抗氧化指标的影响[J].动物营养学报,2016,28(12):3977–3987.

[24] 敖江涛,郑溜丰,彭健.进程性氧化应激对母猪繁殖性能的影响及其营养调控[J].动物营养学报,2016,28(12):3735–3741.

[25] 司建志,王硕,周小雷,等.中药黄酮类成分延缓衰老作用研究进展[J].世界中西医结合杂志,2015,10(5):734–736.

[26] 杨兵,夏先林,施晓丽,等.熟地黄多糖对断奶仔猪抗氧化性能和免疫性能的影响[J].江苏农业学报,2012,28(4):787–791.

Effects of Herb Residues on Plasma Biochemical Parameters and Antioxidant Ability of Lactating Sows and Their Piglets

LI Huawei[1,2] ZHU Qian[1] JI Yujiao[1] WU Lingying[2] YIN Yulong[1] KONG Xiangfeng[1,3*]

(1. *Key Laboratory for Agro-Ecological Processes in Subtropical Region, Hunan Provincial Engineering Research Center of Healthy Livestock, Scientific Observing and Experimental Station of Animal Nutrition and Feed Science in South-Central, Ministry of Agriculture, Institute of Subtropical Agriculture, Chinese Academy of Sciences, Changsha* 410125, *China*; 2. *Animal Science and Nutrition Engineering Institute, Wuhan Polytechnic University, Wuhan* 430023, *China; 3. Hunan Co-Innovation Center of Utilizing Plant Functional Components, Changsha* 410128, *China*)

Abstract: This study was conducted to compare the effects of herb residues (HR) and fermented HR on plasma biochemical parameters and antioxidant ability of lactating sows and their piglets, to provide the basis for their application in sow production. Sixty healthy crossbred sows with similar gestational age during the 2 to 4 parities were used and randomly allocated to one of three groups with 20 replicates. The diets were supplemented with 2 kg/t rice bran (control group), 2 kg/t HR (HR group) and 2 kg/t fermented HR (fermented HR group), respectively. These diets were fed from prenatal 21 days to postnatal 28 days. Six sows per group were randomly selected

to sample blood by ear-vein at parturition postpartum 1, 7, 14 and 21 days, respectively. Six piglets per group were randomly selected to sample blood by precaval vein at 7, 14 and 21 days of age. The blood samples were centrifuged to recover plasma for analysis of biochemical parameters and antioxidant indices. The results showed that, compared with the control group, dietary HR supplementation significantly decreased the plasma contents of total protein (TP) and globulin (GLB) of sows at postpartum 7 days and the plasma GLB content of sows at postpartum 14 days (P<0.05), while significantly increased the plasma activities of alkaline phosphatase (ALP) and catalase (CAT) and total antioxidant capacity (T-AOC) of sows at postpartum 1 day, as well as the plasma activities of alanine aminotransferase (ALT) and ALP of sows at postpartum 7 days, the plasma activities of ALT and ALP of sows at postpartum 14 days, and the plasma ALT activity of sows at postpartum 21 days (P<0.05); dietary fermented HR supplementation significantly increased the plasma activities of aspartate amino transferase (AST) and CAT and T-AOC of sows at postpartum 1 day, as well as the plasma activities of AST and ALP of sows at postpartum 14 days (P<0.05); dietary HR supplementation in sows' diet significantly decreased the plasma ALP activity and malondialdehyde (MDA) content of piglets at 14 days of age (P<0.05), while significantly increased the plasma T-AOC of piglets at 14 days of age (P<0.05); dietary fermented HR supplementation in sows' diet significantly increased the plasma ALP activity and T-AOC of piglets at 7 days of age (P<0.05), while significantly decreased the plasma MDA content of piglets at 14 days of age (P<0.05). These findings suggest that dietary supplementation with HR or fermented HR in sows' diet affects the organism's metabolism and improves the antioxidant ability of lactating sows and their piglets.

Key words: herb residues; fermentation; pregnant sow; piglet; biochemical parameters; antioxidant ability

---

*Corresponding author, professor, E-mail: nnkxf@isa.ac.cn (责任编辑　田艳明)